



ESTUDO DO MATERIAL TERRA USADO NAS CONSTRUÇÕES EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Joana Carvalho¹, Jorge Pinto², Humberto Varum³, Abílio Jesus⁴, José Lousada⁵, José Morais⁶

Departamento de Engenharias. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD).
Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real. Portugal (1) joana.pinto.de.carvalho@gmail.com;
(2) tiago@utad.pt; (4) ajesus@utad.pt ; (5) jlousada@utad.pt; (6) jmorais@utad.pt

Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Aveiro (UA). Campus Universitário de Santiago. 3810-193 Aveiro. Portugal (3) hvarum@ua.pt

Palavras-chave: tabique, reabilitação, materiais naturais, Trás-os-Montes e Alto Douro

RESUMO

O tabique é uma das técnicas construtivas tradicionais portuguesas que usa terra como material de construção. Um elemento construtivo em tabique é geralmente formado por uma estrutura de madeira revestida por um material de revestimento/enchimento à base de terra. Trás-os-Montes e Alto Douro é uma região de Portugal rica em edifícios antigos construídos com recurso a esta técnica. Este trabalho pretende divulgar esta técnica mostrando alguns exemplos de construções, auscultar o estado de conservação dessas construções e descrever o procedimento adoptado para a caracterização de edifícios antigos construídos em tabique. Para identificar/caracterizar o material de revestimento/enchimento à base de terra procedeu-se a um estudo laboratorial que incluiu a realização dos ensaios de análise granulométrica por peneiração húmida, de análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope) e de difracção de raio X, em amostras recolhidas em quatro municípios da região. Com base nos resultados obtidos é possível conhecer o tipo de material à base de terra usado nas construções em tabique nesta região, quer em termos de composição granulométrica quer em termos de composição mineralógica. Esta informação também auxilia a identificação de zonas de extracção de terra para futuros trabalhos de reabilitação de construções em tabique. Observou-se também que algumas amostras apresentavam minerais de calcite e de carbonato de cálcio o que indicia o uso de um ligante/estabilizante do tipo cal no material de revestimento/enchimento e atendendo a que estes tipos de minerais não existem naturalmente na região de Trás-os-Montes e Alto Douro.

1.INTRODUÇÃO

A construção de abrigos com recurso a materiais naturais foi fundamental para a sobrevivência da espécie humana. A Idade da Pedra (de 600.00 a 14.600 a.C.), a Idade da Argila (de 14.600 a 4.500 a.C.) e a Idade dos Metais (de 4.500 a 586 a.C.) representam períodos do processo evolutivo de aplicação dos materiais naturais pelo Homem (Navarro, 2006).

O uso de terra como material de construção deve-se fundamentalmente ao facto de existir abundantemente na natureza e de adquirir excelentes qualidades de trabalhabilidade quando misturada com a água (Gomes, 2005). No contexto actual, a terra apresenta-se como sendo um material de construção com enorme potencial atendendo a que é um material natural, reciclável, ecológico e sustentável (Correia, 2006). A aplicação de terra como material de construção verifica-se à escala mundial e é de longa data atendendo a que existem inúmeros vestígios arqueológicos de construções em terra (Gomes, 2005).

A construção em terra é um património da Humanidade que está patente em quase todos os continentes e que é elucidativo da diversidade cultural dos povos e demonstrativo da sua versatilidade em termos de aplicação (Correia, 2006).

As três principais técnicas construtivas tradicionais portuguesas que usam terra como material de construção são a taipa, o adobe e o tabique (Lourenço, 2002). O tabique distingue-se essencialmente das outras duas técnicas pelo facto de recorrer a uma estrutura resistente de madeira enquanto a taipa e o adobe usam essencialmente a terra como material de construção.

Um elemento construtivo em tabique (ex: parede) é geralmente formado por uma estrutura de madeira (ex: tábuas verticais ligadas por ripas horizontais) que é revestida por uma camada de terra em ambas as faces.

O objectivo principal deste trabalho consiste em efectuar um estudo laboratorial para a identificação/caracterização do material de revestimento/enchimento usado na construção em tabique existente na região de Trás-os-Montes e Alto Douro de Portugal. Atendendo a que se observou que grande parte deste tipo de construção se encontra em avançado estado de degradação e que se auscultou que raros são os exemplos em que os edifícios foram sujeitos a um processo de conservação/reabilitação pretende-se com este trabalho dar um contributo neste contexto.

2.TÉCNICAS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO EM TERRA EM PORTUGAL

Os principais tipos de técnicas construtivas em terra existentes no país são a taipa, o adobe e o tabique (Faria Rodrigues, 2007). Estas técnicas apresentam como similaridade o facto de usarem terra como material de construção.

2.1 A taipa

Esta técnica construtiva consiste em moldar no local um elemento construtivo que geralmente é uma parede (Lourenço, 2002). Após a colocação de uma cofragem, correntemente de madeira, a terra é depositada em finas camadas e compactada. A descofragem ocorre quando a terra adquiriu a capacidade resistente adequada. Uma parede em taipa, apresenta geralmente uma espessura considerável o que lhe permite funcionar como elemento estrutural e monolítico (Lourenço, 2002) e, também lhe confere excelentes propriedades térmicas.

2.2 O adobe

Os blocos de adobe são fabricados essencialmente à base de terra crua que é moldada em moldes de madeira e seca ao sol. Os blocos de adobe podem ser fabricados a partir de um solo composto por argila e areia. Após a moldagem segue-se o processo de secagem destes blocos. A secagem é natural e não passa por nenhum processo de cosedura. Os blocos de adobe podem ser fabricados com diferentes dimensões, tipos de solo e eventualmente podem incluir fibras naturais ou algum ligante como por exemplo cal (Faria Rodrigues, 2007).

Atendendo a que os blocos de adobe apresentam uma capacidade resistente à compressão significativa justifica que estes tenham sido usados não só na construção de paredes de alvenaria, mas também na construção de outros elementos estruturais como arcos, abóbadas e cúpulas (Lourenço, 2002).

2.3 O tabique

O tabique aparece como sendo outra técnica construtiva tradicional em terra. Esta técnica consiste em aplicar terra sobre uma estrutura previamente concebida que geralmente é de madeira ou de cana (figura 1). Forma-se deste modo uma estrutura mista em que a capacidade resistente é basicamente conferida pela estrutura de madeira e em que a terra funciona como um material de enchimento e de revestimento. Este facto destaca o tabique das outras técnicas construtivas em terra dominantes em Portugal porque, tanto na taipa como no adobe, a terra é o material principal. O tabique também é designado por pau-a-pique, taipa de mão ou taipa de sopapo (Alexandria, 2006).



Figura 1.a - Construção com paredes exteriores em alvenaria de pedra e com paredes interiores em tabique



Figura 1.b - Construção com paredes exteriores em tabique nos pisos superiores

3. CONSTRUÇÃO EM TABIQUE NA REGIÃO DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Trás-os-Montes e Alto Douro é uma vasta região na qual existem trinta e cinco municípios. De forma a verificar a existência de construção em tabique nesta região foi necessário proceder a visitas a todas as partes desta região. Devido ao facto de se tratar de uma grande área geográfica tornou-se imperioso definir um critério de selecção para reduzir o campo de trabalho. Para o efeito, o trabalho de investigação em curso focou-se nos centros históricos de cada município, que são definidos como sendo os aglomerados urbanos (cidades, vilas) mais antigos de cada município.

Observou-se que as construções em tabique desta região são essencialmente do tipo habitação unifamiliar com um máximo de três pisos. Geralmente, apresentam paredes exteriores em alvenaria de pedra, pisos e escadas interiores em madeira e, paredes interiores e tectos em tabique (figura 1.a). No entanto, também é corrente observar casos em que algumas das paredes exteriores são em Tabique (figura 1.b) nomeadamente ao nível dos pisos superiores.

Nesta fase do trabalho de investigação, verificou-se que aparentemente apenas 4 dos municípios não parece apresentar construção em tabique, nomeadamente: Boticas, Montalegre, Miranda do Douro e São João da Pesqueira. A informação relativa aos 4 municípios que aparentemente não dispõem de paredes interiores de tabique poderá estar condicionada ao facto do acesso ao interior das construções ter sido por vezes impossibilitado devido às construções estarem em ruínas (ou abandonadas) ou não ter havido autorização por parte dos proprietários.

De forma a se proceder a uma caracterização exaustiva das várias construções em tabique existente na região efectuou-se uma recolha de vários elementos. Nas situações onde existia muita construção em tabique teve que se adoptar um segundo critério de selecção de forma a reduzir o espectro de trabalho e que foi optar por aquelas construções que eram acessíveis ao seu interior. Os elementos recolhidos para a caracterização de cada construção foram: um registo fotográfico, o preenchimento de uma ficha técnica e a recolha de amostras do material representativo (terra, madeira).

Nesta fase, foram seleccionadas 25 construções e recolhidas amostras de material em 4 delas. As 4 amostras foram seleccionadas tendo em conta as suas aparentes diferenças identificadas à vista desarmada, tanto a nível de material de enchimento/revestimento à base de terra como de madeiras. Para a caracterização de cada construção foi preenchida uma ficha técnica (Carvalho et al, 2008).

As amostras de material recolhidas (quando possível) foram relativas essencialmente a paredes (exteriores ou interiores) de tabique (figura 2).



Figura 2 - Exemplo de uma amostra recolhida

Pretende-se efectuar um estudo laboratorial de forma a identificar cada material (terra e madeira) e de modo a ser criado um registo para futuro trabalhos de reabilitação. Também se pretende averiguar se esses materiais foram os mesmos usados nas várias zonas. A complementar esta informação também se pretende identificar os detalhes construtivos associados à construção em tabique (figura 3). Este trabalho está focado na identificação/caracterização do material de revestimento/enchimento à base de terra.



Figura 3.a - Detalhe construtivo de uma parede de Tabique de uma construção em Chaves



Figura 3.b - Detalhe construtivo de uma parede de Tabique de uma construção em Mirandela

4. ENSAIOS LABORATORIAIS

4.1 Análise granulométrica por peneiração húmida

Como forma de determinar os principais constituintes do material de enchimento/revestimento à base de terra e as dimensões das partículas das amostras recolhidas, foram realizadas análises granulométricas por peneiração húmida (figura 4) de acordo com a Norma/Especificação LNEC E 239 no laboratório de materiais e solos da UTAD.

Descrição do procedimento experimental

- Pesagem da amostra e anotação do peso;
- Moagem da amostra com recurso a um almofariz;
- Lavagem e peneiração da amostra no peneiro de 63 μm ;
- Colocação da amostra lavada na estufa. A água resultante da lavagem foi também colocada na estufa para posteriormente se retirar o material que passou no peneiro 63 μm para análise microscópica;
- Nova pesagem dos retidos no peneiro 63 μm após secagem em estufa e de forma a determinar a percentagem de passados neste peneiro;

- Peneiração da amostra na série de peneiros: 14; 12,5; 10; 8; 6,3; 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0063 (medidas em milímetros).



Figura 4.a - Pesagem da amostra



Figura 4.b - Moagem da amostra



Figura 4.c - Lavagem da amostra



Figura 4.d - Secagem da amostra em estufa



Figura 4.e - Retidos no peneiro 63 µm



Figura 4.f - Passados no peneiro 63 µm

Depois de realizado todo este procedimento foi possível traçar as curvas granulométricas correspondentes a cada uma das amostras.

4.2 Análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope)

Para a visualização das amostras em SEM (SEM/ESEM FEI QUANTA – 400), na Unidade de Microscopia Electrónica da UTAD, foram retiradas 3 pequenas quantidades de cada uma das amostras (para obtenção de um maior rigor) que foram colocadas sobre os pinos de alumínio, colados com fita cola de carbono. Para a visualização das amostras sem tratamentos suplementares foi utilizado o modo ambiental (ESEM), tendo sido usada uma pressão parcial no interior da câmara de 1,3 mbar e uma tensão de aceleração de 20kV.

4.3 Difracção de Raio X

Para a realização dos difractogramas de Raios-X (PANalytical modelo X'Pert PRO com detector X'Celerator), as amostras foram preparadas num porta-amostras padrão, sendo utilizado o modo rotativo (spinner). A energia usada na produção da radiação X foi de 50kV e 40mA. A aquisição foi efectuada na geometria Bragg-Bentano entre $4^{\circ} < 2\theta < 60^{\circ}$. Este tipo de ensaio já foi utilizado para o mesmo fim em Carvalho (2008).

5. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

5.1 Análise granulométrica por peneiração húmida

Na figura 5 estão representadas as curvas granulométricas referentes às diferentes amostras. Relativamente à amostra 1 (figura 5.a) recolhida em Mirandela é possível observar que a percentagem de finos (argilas ou siltes) representa um total de aproximadamente 9% (percentagem de passados no peneiro 63 µm).

Através da curva granulométrica da amostra 2 (figura 5.b) verifica-se que mais de 50% da amostra é constituída por argilas e siltes.

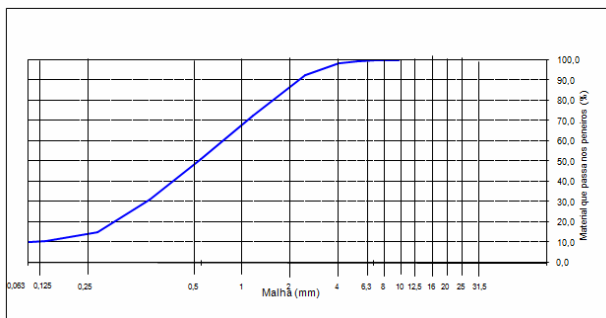


Figura 5.a - Curva granulométrica da amostra 1 (Mirandela)

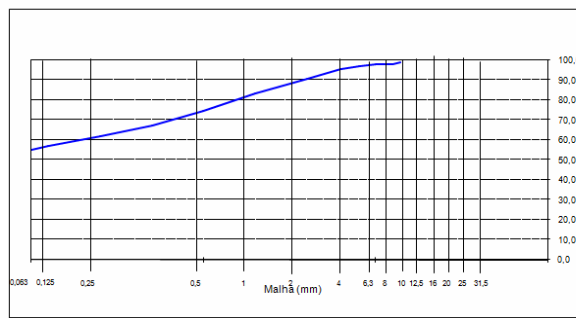


Figura 5.b - Curva granulométrica da amostra 2 (Macedo de Cavaleiros)

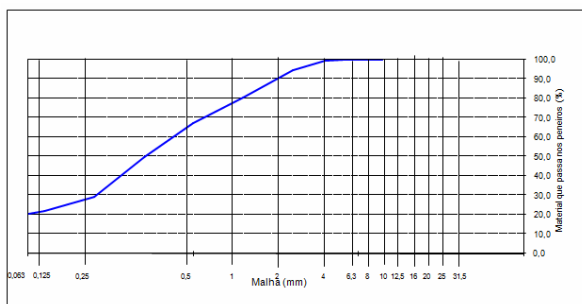


Figura 5.c - Curva granulométrica da amostra 3 (Tabuaço)

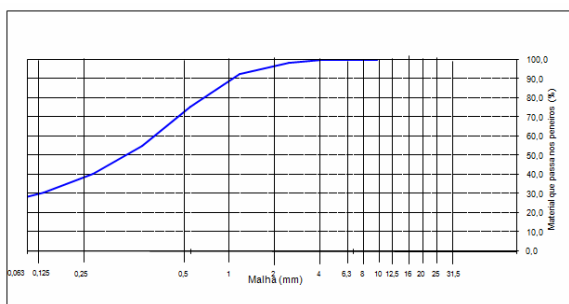


Figura 5.d - Curva granulométrica da amostra 4 (Ribeira de Pena)

Por sua vez, as curvas granulométricas das amostras 3 e 4 (figuras 5.c e 5.d) indicam que o material de enchimento/revestimento à base de terra recolhido nas construções de Tabuaço e de Ribeira de Pena são semelhantes (em termos granulométricos) e apresentam uma percentagem de argilas e siltes entre os valores de 20% a 30%.

Face a estes resultados pode-se concluir que o material de enchimento/revestimento à base de terra usado na região de Trás-os-Montes e Alto Douro não é necessariamente semelhante em termos de granulometria. Contudo, é de salientar que todas as amostras apresentam curvas granulométricas extensas o que significa um grau de compacidade elevado tal como seria de esperar num material para esta aplicação.

5.2 Análise microscópica SEM (Scanning Electron Microscope)

Os resultados obtidos na análise microscópica SEM estão apresentados nas tabelas 1.a, 1.b, 1.c e 1.d para as amostras recolhidas em Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Tabuaço e Ribeira de Pena respectivamente. Relativamente às amostras recolhidas em Mirandela, em Tabuaço e Ribeira de Pena observa-se a existência de elevada percentagem de cálcio (Ca). Por sua vez, a amostra de Macedo de Cavaleiros apresenta o silício (Si) como sendo o elemento predominante. Acrescenta-se que a amostra recolhida em Ribeira de Pena apresenta também um teor significativo de silício e de alumínio (Al).

Tabela 1.a - Amostra de Mirandela

Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	1.50	1.26	1.58
MgK	1.41	1.24	1.46
AlK	7.93	7.62	8.27
SiK	16.67	16.35	17.79
S K	0.62	0.50	0.48
ClK	3.70	3.22	3.51
K K	4.43	4.33	4.71
CaK	58.82	60.77	56.60
TiK	0.25	0.27	0.58
FeK	4.66	4.46	5.04
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.b - Amostra de Macedo de Cavaleiros

Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	2.76	2.39	2.86
MgK	5.13	5.48	5.20
AlK	14.96	14.85	15.15
SiK	41.04	40.12	40.75
ClK	0.42	0.39	0.33
K K	2.95	2.77	2.78
CaK	9.22	9.55	9.05
TiK	2.64	2.67	2.72
MnK	0.63	0.74	0.63
FeK	20.25	21.04	20.54
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.c - Amostra de Tabuaço

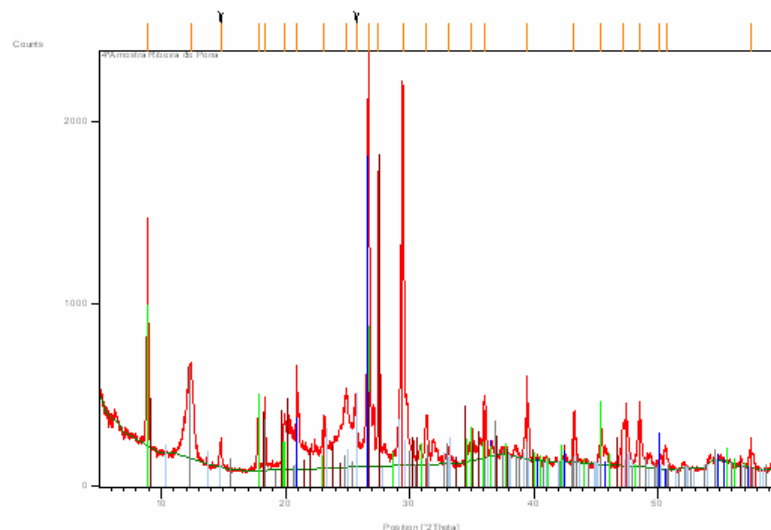
Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	1.98	1.89	1.89
MgK	0.94	0.92	0.94
AlK	14.34	15.39	14.12
SiK	19.92	19.57	19.46
S K	0.44	0.42	0.48
ClK	4.42	4.41	4.33
K K	3.53	3.86	3.59
CaK	52.30	51.44	53.19
FeK	2.15	2.09	2.00
Total	100.00	100.00	100.00

Tabela 1.d - Amostra de Ribeira de Pena

Elem	001.spc	002.spc	003.spc
NaK	0.57	0.63	0.63
MgK	0.93	1.17	1.19
AlK	20.58	20.10	21.38
SiK	29.94	29.41	30.45
S K	3.25	3.30	3.38
ClK	0.71	1.03	1.24
K K	4.24	4.10	3.66
CaK	33.27	33.43	32.05
TiK	0.44	0.51	0.56
FeK	6.07	6.32	5.45
Total	100.00	100.00	100.00

5.3 Difrração de Raio X

A figura 6 ilustra os difractogramas obtidos através do ensaio de difracção de raio X relativo à amostra de Ribeira de Pena. Para as outras amostras também foram obtidos gráficos deste tipo. A interpretação destes resultados converge para as conclusões anteriores. Relativamente às amostras recolhidas em Mirandela, em Tabuaço e Ribeira de Pena observa-se a existência de elevada quantidade de minerais do tipo calcite ou carbonato de cálcio. Por sua vez, a amostra de Macedo de Cavaleiros apresenta quartzo e muscovite em elevado teor. A amostra recolhida em Ribeira de Pena (figura 6) apresenta também teor significativo de quartzo e muscovite.

**Figura 6 – Difractogramas da amostra de Ribeira de Pena**

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terra é um material natural, ecológico, reciclável, económico e, como tal, um material de construção com enorme potencial. Os edifícios históricos existentes são um testemunho da elevada durabilidade da terra como material de construção.

A construção em terra assume-se como sendo uma solução construtiva relevante em Portugal.

O tabique teve uma grande incidência na região de Trás-os-Montes e Alto Douro. O tabique difere da taipa e do adobe porque apresenta como elemento resistente principal uma estrutura de madeira que é revestida por material à base de terra.

A maioria das construções em tabique existentes na região de Trás-os-Montes e Alto Douro apresentam um estado de degradação acentuado. O levantamento destas construções e a identificação/caracterização dos materiais constituintes visam contribuir para o desenvolvimento de uma base de conhecimento que apoie futuras acções de reabilitação.

Os resultados experimentais obtidos neste trabalho permitem dar a conhecer o material à base de terra usado nas construções em tabique existentes nesta região, mostram que esse material pode ser variado em termos de composição granulométrica e mineralógica. Esta informação permitirá auxiliar a identificação de zonas de extracção de terra para futuros trabalhos de reabilitação. Outro dado relevante é o facto de o uso de um ligante/estabilizante do tipo cal como aditivo à terra ser frequente.

BIBLIOGRAFIA

ALEXANDRIA, S. (2006). *Arquitetura e construção com no Piauí: Investigação, caracterização e análise*. Dissertação de Mestrado [não-publicada] Universidade Federal do Piauí, Teresina.

CARVALHO, G.(2008), *Estudo de soluções para uma escola em blocos de terra crua: Cmatatela*. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal.

CARVALHO, J., PINTO, J.VARUM, H., JESUS, A., LOUSADA, J., MORAIS, J.(2008). *Construções em tabique na região de Trás-os-Montes e Alto Douro*, CINPAR 2008, 4th International Conference on Structural Defects and Repair, 25 a 28 Junho, Universidade de Aveiro, Portugal.

CORREIA, Mariana (2006). "Investigação e difusão científica em arquitectura de terra, na ESG/ Escola Superior Gallaecia" in *TerraBrasil 2006* (em CD). Ouro Preto: TerraBrasil 2006.

FARIA RODRIGUES, P. (2007). *Construções em terra crua. Tecnologias, potencialidades e patologias* [on-line]. Disponível www.dec.fct.unl.pt.

GOMES, M.V. (2005). *Arqueologia da Arquitectura de terra em Portugal*. In *Arquitetura de terra em Portugal* (pp.125-131). Lisboa: Argumentum.

LOURENÇO, P. (2002). *Arquitetura de terra: uma visão de futuro*. Companhia de Arquitectura e Design [on-line]. Disponível www.planetaCAD.com.

NAVARRO, R.F. (2006). *A Evolução dos materiais, Parte1: da pré-história ao início da era moderna*. Revista Electrónica de Materiais e Processos, 1, 1-11.

AUTORES

Joana Carvalho, aluna de Mestrado de Engenharia Civil da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Jorge Pinto, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

Humberto Varum, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Abílio Jesus, Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

José Lousada, Investigador Auxiliar, Departamento de Florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.

José Morais, Professor Associado com Agregação, Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal.